

女子児童の遊びに着目したアルゴリズム構築学習の支援

日野 水貴^{†1,a)} 柳 英克^{†1,b)}

概要：近年の科学技術は目覚ましく進歩したが、更なる発展には多様な視点が必要とされ、理系に携わる女性の増加に期待が高まっている。しかし、総務省の統計によると理系の女性研究者の割合は2割程度に留まっている。理系の女性研究者の割合が低い要因として、理系に対するステレオタイプ（先入観や思い込みなどの固定観念）や、女性が理系分野で活躍するロールモデルの少なさ等が挙げられる。本研究では、理系に対するステレオタイプに着目し、ステレオタイプが形成される前の幼少期から理工系科目の基礎となる想像力と論理的思考力を鍛えることで、ステレオタイプの固定概念の形成を抑制することに繋がると考えた。本研究は女子児童を対象に、見立て遊びとアルゴリズム構築のプロセスを融合した知育教材の開発を行う。本教育玩具は見立て遊びの中で人形等を用いて物語を想像することが出来るので女子児童に馴染みやすく、論理的思考力を自然に学習し鍛えられることが期待できる。本研究は、理系に対するステレオタイプの影響を軽減し、理系を指向する女性の増加と女性研究者の増加に繋げることを目的としている。

1. 背景

現在、日本の研究者に占める女性の割合は高くない。内閣府男女共同参画局のまとめによると、理系（理学・工学を含めた自然科学系）の研究者における女性の割合は20.3%に留まっている[1]。しかし近年の科学技術の進歩は目覚ましく、更なる発展には多様な視点・発想や、より高度な専門性を持った多くの人材が必要である[2]。そのため、内閣府男女共同参画局は2016年から2020年までに自然科学系の研究者における女性の割合を30%まで増やす目標を掲げている。ロレアル ユネスコ女性科学者 日本奨励章の調査によると、女性研究者の割合が30%に達すると、約2800億円の経済効果が見込まれる[3]。

理系研究者に女性が少ない原因として、理系研究者等の母集団となる理工系に学ぶ女子大学生の割合の低さがあり、その要因としては理系に対するステレオタイプやロールモデルが無いこと挙げられる。理系に対して広く存在しているステレオタイプの固定概念としては、女性は空間認識能力が低い、理系科目が得意ではない[4]等がある。さらに、これらにより現状理系に進学する女子学生が少なく、それに従って女性研究者が少ないため、女性が理系で働くという将来性が見えないというロールモデルの非存在がある[4]。特に親や教師も女性が理系に進むことに否定的な感情を抱いている場合があり、それらが娘または女子学生に

何らかの形で伝わり、女子学生自身が理系科目において期待されていないと感じることがより女子学生の理系離れを引き起こしている[4]。本研究ではこのようなロールモデルの原因とも言えるステレオタイプに着目した。女子学生の理系科目に対する固定概念は中学前後までに徐々に定着する[4]。よって、ステレオタイプの固定概念に対抗するためには、中学より前に理系科目の基礎に馴染ませることが効果的であると考えた。

2. 目的

本研究の目的は、女子児童が本研究で提案する教育玩具を使用することで理系科目の基礎である想像力と論理的思考力を楽しみながら鍛えることである。

3. 関連研究

3.1 理系の基礎に関して

理系科目に基礎として必要な力について、本研究では論理的思考力と想像力の2つに着目した。

3.1.1 論理的思考力

理系科目において、物事を順序立てて考える力、論理的思考力が必要であると言われている[5]。

3.1.2 想像力

二つ目は、想像力である。科学技術等が目覚ましく進歩している中、さらに新しいものやシステムを創造するには、想像力が必要である[2]。

^{†1} 現在、公立はこだて未来大学

^{a)} b1015254@fun.ac.jp

^{b)} yanagi@fun.ac.jp

3.2 既存の教育玩具

幼児向けの理系科目や、その基礎に関連した知育玩具は多数存在している。

3.2.1 ボーネルンド社の STEM シリーズ

ボーネルンド社の STEM シリーズは、「実験！動きとちからのしくみ」「実験！はこぶ道具のしくみ」「実験！浮力のふしぎ」「実験！磁石のふしぎ」の4種類がある。これらはそれぞれ、重力や摩擦、テコの原理、浮力、磁力について理科の授業の実体験のようなことができる玩具である。これらの玩具は、理科の授業で習う概念を、体験を通じることより深く楽しみながら自然に身につけることが期待できる。しかしこれらは学習教材という側面が強く、それぞれの単元に特化しているため他の玩具と組み合わせることや、女兒の日常の遊びの中に自然に溶け込んでいくことは難しいと考えられる。

3.2.2 プログラミングロボ コード・A・ピラー

論理的思考向上を図った知育玩具の例として、フィッシャープライスの販売する製品「プログラミングロボ コード・A・ピラー」がある。プログラミングロボ コード・A・ピラーはいもむし型の知育玩具であり、いもむしの関節の節々がそれぞれ固有の動きを持っているで、節々を入れ替えることで異なる動きをする。この玩具にはスタートとゴールを示すカードが同包されており、スタートのカードが置かれた地点から障害物等にぶつからずにゴールにたどり着くように節々を組み替えて発進させることが主な遊び方である。この玩具は、スタートからゴールまでの道順を順序立てて考えることで、論理的な思考力の向上が見込まれる。しかし、この玩具は女兒の日常の遊びに組み込みにくい上、使用方法に限りが見られる。

3.2.3 Scratch

近年のプログラミング必須化に伴い、プログラミング的思考力の教育支援として、子供用プログラミング言語「Scratch」がある。Scratch は、簡単なプログラムでインタラクティブストーリーやゲーム、アニメーションが作成可能なプログラミング言語である。これはプログラミング力や、プログラミングに準ずる順序立てる力を身に着けることが可能である。しかし、Scratch を使用するにはパソコン等電子機器が必要で、マウスやキーボードに習熟していることが前提である。マウスやキーボード等の習熟度が低い児童にとってはそれがプログラミング教育を受けるハードルとなり、プログラミングを楽しめずむしろ嫌いになる要因ともなりうる。また、内容もプログラミング的思考に特化しているため汎用化が難しいと考えられる。

3.2.4 アンプラグドコンピュータサイエンス

アンプラグドコンピュータサイエンスとは、パソコン等の電子機器を使用せずにコンピュータ基礎を学ぶことが出来る学習方法である。具体的には、2進数やソート法などのコンピュータ基礎について、子供たちになじみやすいテ

マで学習可能なワークシート形式の学習法である。この学習方法は、Scratch の問題点として挙げられていたパソコンの習熟度がコンピュータ基礎の学習の妨げになる、という問題点を解消している。しかし、これはテキストベースの学習法なので、楽しんで自然に学ぶというよりは「学ぶ」という側面が強くなってしまっている。よって女兒が自然に楽しく学ぶ、という観点からは使用が難しい。

以上の例により実体験などを交えることで理系的な思考を子供に触れさせることの有用性が示されたが、単一の遊び方しか無いことや、論理的思考力は大切であるものの単体で完結してしまい拡張性が無いものが多いことがわかった。また、論理的思考力と共に想像力も鍛えられるものや、女兒が自然に取り入れられるように設計されたものも少ない。よって本研究では、女子児童が普段の遊びに組み込みながら、自然に楽しく想像力と論理的思考能力が身につけられる玩具を提案する。

4. 提案内容

本研究では、女子児童が楽しく自然に論理的思考能力と想像力を育むことが期待できる知育玩具を提案する。本玩具では、論理的思考力を鍛えるためにアルゴリズム構築学習を、想像力を鍛えるために見立て遊びを取り入れた。



図 1 本研究で提案する教育玩具

4.1 使用方法

本玩具で使用するものは、組み立て方の説明書、形や大小様々な歯車、磁石や爪楊枝等のパーツ、人形類、箱、お話を書くシートの6種類である。まず歯車や磁石などのパーツと人形、箱を組み合わせて、オートマタのような人形が動く箱を作る。この人形の動く箱1つを1ユニットと呼ぶ。

次に、歯車を回すと人形が動くので、その動きに意味を付加する。例えば、女の子の人形が回っている動きに対して、女の子が踊っている、等意味を考える。

次に、このユニットを複数作成する。このユニットは1つではなく、同時に複数個制作することができる。ユニッ

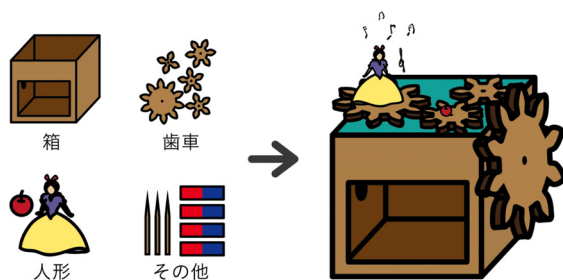


図 2 1 ユニット

トをいくつか作成し、各ユニットを連結すると1つの大きなストーリーを作ることができる。

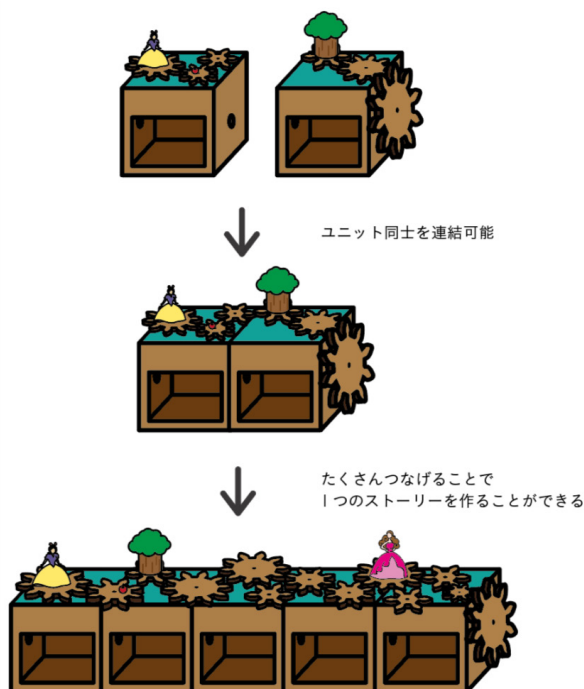


図 3 複数ユニットから成る1つのストーリー

最初から自分で組み立てることは困難だと考えられるので、最初は組み立て方の説明書に従って簡単なユニットを作成する。徐々に慣れていくに従って、動き等を女兒自身で考えてユニットを作成してもらう想定である。

4.2 設計詳細

本玩具の制作材料等について記載する。本玩具の箱や歯車、中央棒と留め具はMDF(medium density fiberboard 中密度繊維板)をレーザーカッターで加工したものから成っている。それぞれ下記のデータを使用してレーザーカッターで加工した(見やすくするために多少改変している)。黒い線は切り抜き、赤い線は焼き付けを表している。

歯車には5mm厚のMDFを使用しており、それ以外は

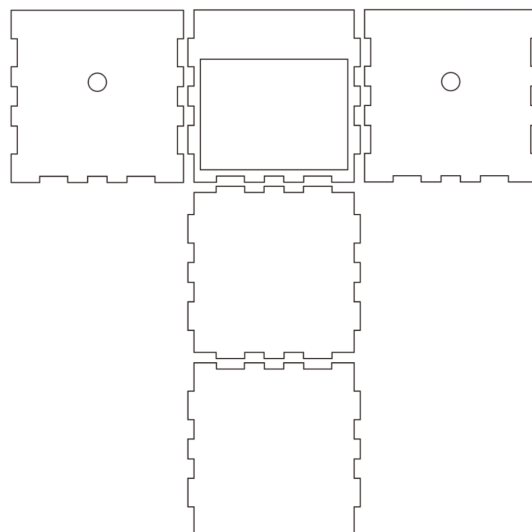


図 4 箱の展開図

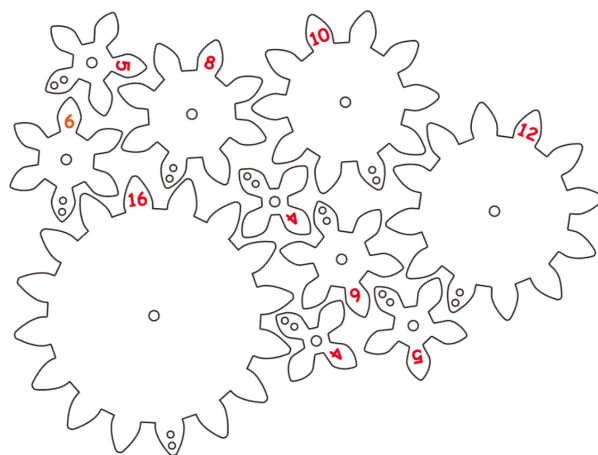


図 5 歯車

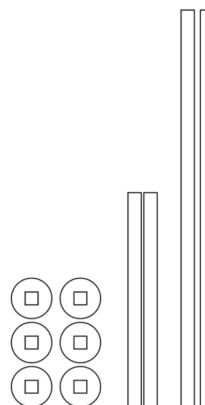


図 6 中央棒と留め具

2.5mm 厚のMDFを使用している。

また、動きにバリエーションを持たせるために電子的な動きも実装している。これらの動きの制御には AE-

ATMEGA328-MINI という Arduino Pro Mini の上位互換機を使用している。



図 7 AE-ATMEGA328-MINI における電子的な動きの実装

4.3 期待される効果

本教育玩具は、女兒の普段の遊びの中で見立て遊びをしながら、歯車等の構造を学び自然に論理的な思考力の向上が期待できる。歯車を組み合わせることで、自分で法則を見つけだし、手順を理解し、組み立てるアルゴリズム構築学習が可能である。このようなアルゴリズム構築学習は、理科系科目の基礎の 1 つに挙げた論理的思考力の向上が見込まれる [5]。また、人形の動きをなにかに見立てて意味を考える工程は、見立て遊びにより想像力の向上が期待でき、人形を含めた見立て遊びにより女兒に自然に遊べる仕様になっている。

5. 実験と評価

本研究の提案物である教育玩具の有用性を検証するために、学童保育の女子児童を対象に実験を行う。本教育玩具が女兒にとって楽しく、普段の遊びに馴染むかを検証する。実験方法は、実際に女子児童に使用してもらい、その中の反応を観察し、事後に簡単なアンケートを実施する。実験内で検証することは、女兒の実際のお人形遊びにそぐうか、想像の幅は広いのか、どんな動きがあったら良かったか、適正年齢の評価、女兒が楽しめるか、について検証し評価を行う。

6. 今後の計画

今後の計画としては、1 つ目は見立ての想像の幅を広げ、飽きずに長期で使用してもらうために、歯車の種類と電子的な動きを増やし、また電子的な動きにはセンサー類から取得した値を使用する等とすることで、より動きのバリエーションを豊かにすることを考えている。2 つ目に、完成したストーリーを何らかの形で書き出し、親や友達などと共有するシステムの開発である。また、学童保育での実験結果をもとに、対象年齢を絞り、より女兒が自然に楽しめるよう

本教育玩具の改善を行う。

参考文献

- [1] 文部科学省：学校基本調査 2016 年 (online), 入手先 (http://www.mext.go.jp/component/b_menu/other/_ics_files/afildfile/2016/12/22/1375035_3.pdf), (2018.12.22).
- [2] 内閣府男女共同参画局：理工系分野における女性活躍の推進を目的とした関係国の社会制度・人材育成等に関する比較・分析調査報告書 2016 年 (online), 入手先 (http://www.gender.go.jp/research/kenkyu/pdf/riko_comp_full.pdf) (2018.12.22).
- [3] L'ORÉAL：「経済波及効果は約 2800 億円 現役リケジョが提案! リケジョ増加のカギとなる「リケジョミクス 3 本の矢」発表 -女性研究者が 30 % が増えることによる経済効果を試算!-」2013 年 (online), 入手先 (http://www.nihon-loreal.jp/corp/press_release/doc/FINAL_2013_FWIS_Rikejomix.pdf) (2018.12.22).
- [4] 森永 康子：女性に数学が苦手、心理学評論 (2010).
- [5] 長尾桂子, 加藤諒, 野田数人, 三井正, 遠藤友樹：ICT 等を用いた学生相互評価による論理的思考力・論述力の育成, 教育工学 (2018).